



Elaboración de un Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile

Noviembre 2016

Edición:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 40
53113 Bonn • Alemania

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5
65760 Eschborn • Alemania

Nombre del proyecto:

Fomento de la Energía Solar en Chile
(Enfoque en Tecnologías de Concentración Solar)

Marchant Pereira 150
7500654 Providencia
Santiago • Chile
T +56 22 3068 600
I www.giz.de

Responsable:

Ana Almonacid B.

En coordinación:

Ministerio de Energía de Chile
Alameda 1449, Pisos 13 y 14, Edificio Santiago Downtown II
Santiago de Chile
T +56 22 367 3000
I www.minenergia.cl

Título:

Elaboración de un Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile

Autor:

Roda Energía

**Aclaración:**

Esta publicación ha sido preparada por encargo del proyecto “Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” implementado por el Ministerio de Energía y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en el marco de la cooperación intergubernamental entre Chile y Alemania. El proyecto se financia a través de la Iniciativa Internacional para la Protección del Clima (IKI) del Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza, Obras Públicas y Seguridad Nuclear (BMUB). Sin perjuicio de ello, las conclusiones y opiniones de los autores no necesariamente reflejan la posición del Gobierno de Chile o de GIZ. Además, cualquier referencia a una empresa, producto, marca, fabricante u otro similar en ningún caso constituye una recomendación por parte del Gobierno de Chile o de GIZ.

Santiago de Chile, Noviembre 2016.

Glosario

FV : Fotovoltaicos

GIZ : Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

IP : Índice de precios

IVA : Impuesto al Valor Agregado

RM : Región Metropolitana

SEC : Superintendencia de Electricidad y Combustibles

PTSP : Programa Techos Solares Públicos

Resumen ejecutivo

En el marco del proyecto “Energía Solar para la Generación de Electricidad y Calor” desarrollado por el Ministerio de Energía (MINENERGIA) y la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional, GIZ), se ha elaborado la quinta versión del “Índice de Precios de Sistemas Fotovoltaicos (FV) conectados a la red de distribución comercializados en Chile”.

El objetivo del proyecto ha sido elaborar un indicador de precios de sistemas fotovoltaicos instalados, actualmente comercializados en el mercado chileno, considerando costos por el concepto de diseño de proyecto, equipamiento e instalación (llave en mano). Además, estos costos han sido comparados con el costo de sistemas FV de similares características comercializados en Alemania, y con el costo de sistemas FV adjudicados mediante el Programa Techos Solares Públicos (PTSP) del Ministerio de Energía. En cuanto a la recolección de información de proveedores FV, la información correspondiente a la línea base para el desarrollo de esta encuesta fue proporcionada por la contraparte técnica GIZ, donde se listaban empresas proveedoras que contaban con experiencia en la instalación de sistemas FV conectados a la red de distribución mediante lo estipulado en la Ley 20.571 para la Generación Distribuida. El universo de proveedores FV considerados son aquellos que han ingresado la declaración TE4 en la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Para analizar y filtrar la línea base, se efectuaron llamadas telefónicas y se revisó la información disponible en las páginas web de las empresas proveedoras de sistemas FV. Como resultado, se obtuvo un universo de 48 empresas proveedoras de sistemas FV (llave en mano), de las cuales, 31 de ellas enviaron sus reportes. RODA Energía junto con GIZ, validaron 28 reportes, alcanzándose una muestra representativa para satisfacer un 90% de confianza.

La participación de las empresas proveedoras de sistemas FV consistió en responder una encuesta online (formato Typeform). Las características técnicas de los proyectos FV considerados fueron previamente determinados por GIZ, lo cual se incorporó en la encuesta online. De esta forma al solicitar ofertas por proyectos FV estandarizados técnicamente, ha sido posible compararlos entre sí. La encuesta se ha enfocado en levantar una cotización presupuestaria que considerara diseño, costo del equipamiento e instalación (proyecto llave en mano) para distintos tamaños de proyectos fotovoltaicos: 1- 5kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp, 30-100 kWp.

En cuanto a los resultados de indicadores de costos de sistemas FV los principales resultados son:

- Al comparar el IP Chile nacional vs RM, se obtiene que a nivel nacional existe un mayor precio (que representa el valor de la mediana¹ de la muestra) ofertado por Wp instalado, siendo un 2%, 3% y 7% para plantas de 1-5 kWp, 5-10 kWp y 10-30 kWp, respectivamente, en comparación con el precio ofertado en la Región Metropolitana. Y para plantas de 30-100 kWp se obtiene que el precio a nivel nacional es menor en un 4% en comparación con el obtenido en la RM.
- Al analizar la Ilustración 15, se observa que los precios por Wp instalado (que representan la mediana de la muestra) ofertados en Chile por Wp instalado varían de

¹ Se ha utilizado la mediana ya que para un bajo tamaño de muestras este indicador es más representativo que el promedio.

2,56 USD/Wp a 1,76 USD/Wp, y los ofertados en Alemania varían de 1,77 USD/Wp a 1,34 USD/Wp. Al comparar ambos resultados, se observa que existe un mayor precio ofertado en Chile de un 44%, 41%, 32% y 31 % para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kW, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente, en comparación con los ofertados en Alemania para los mismos rangos.

- A su vez, se aprecia que los precios máximos y mínimos ofertados en Chile por Wp para cada rango de potencia se encuentran distanciados por un rango mayor que los ofertados en Alemania, existiendo una diferencia de precio de 3,47 USD/Wp, 3,15 USD/Wp, 2,86 USD/Wp y 2,66 USD/Wp en Chile versus que en Alemania es de 1,13 USD/Wp, 0,73 USD/Wp, 0,72 USD/Wp y 0,45 USD/Wp para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente. Lo anterior pudiese estar relacionado con lo incipiente que es el mercado de sistemas fotovoltaicos en Chile versus el nivel de desarrollo en términos de volumen del mercado alemán.
- Considerando que la cantidad de muestras disponibles para analizar los costos del PTSP es baja, y por ende no representativa, aun así, se evidencia que los costos de adjudicación son inferiores al IP Chile 2016. En el rango 10-30 kWp, el costo de un sistema de 25 kWp adjudicado por el PTSP es superior al IP Alemania 2016 (mediana), e inferior al IP Chile 2016 (mediana), situación que se repite en el caso de plantas FV de 100 kWp. En el caso de la planta FV de 90 kWp del PTSP, el costo de adjudicación resultó ser inferior al IP Alemania 2016 (mediana).
- Lo anterior refleja que el mercado alemán ya está asentado, así los precios son inferiores en todo el espectro de proyectos analizados. En el caso del PSTP 2016 para plantas de 90 kWp, éste tendría un precio menor si se compara con la tendencia de los proyectos IP 2016 (AL), pero al corresponder al precio de un proyecto, no se podría afirmar estadísticamente si en esta categoría de potencia superaría o no los valores del mercado alemán.
- Al comparar los IP Chile 2015 vs 2016 no se presentan cambios significativos. Lo mismo ocurre al comparar el IP Alemania 2015 vs 2016. En el caso del PTSP se observan cambios de plantas FV de capacidades específicas: para las dos plantas de 25 kWp analizadas el precio ofertado en el año 2016 es inferior al ofertado en el año 2015 (según la tendencia del 2015). En el caso de la planta de 90 kWp analizada se obtiene que el precio ofertado en el año 2015 es similar al que refleja la línea de tendencia para esa potencia en el año 2016. Las plantas de 100 kWp tuvieron un aumento de un 34% del precio ofertado respecto del 2015.

Contenido del informe

GLOSARIO	3
RESUMEN EJECUTIVO	4
CONTENIDO DEL INFORME	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	7
ÍNDICE DE TABLAS	8
1. OBJETIVOS.....	9
1.1. OBJETIVO GENERAL	9
2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS Y RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN	9
2.1. LÍNEA BASE PROVEEDORES FV	10
2.2. NIVEL DE CONFIANZA	12
2.3. IMPLEMENTACIÓN DE LA ENCUESTA	13
2.4. UNIVERSO DE EMPRESAS PROVEEDORAS DE SISTEMAS FV	14
2.5. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA	15
2.5.1. Índice de Precios Chile 2015	15
2.5.2. Índice de Precios Alemania 2015 y 2016	15
2.5.3. PTSP 2015 y 2016	17
3. RESULTADOS	18
3.1. ENCUESTAS	18
3.1.1. Información general	18
3.1.2. Validación Especificación técnica de sistemas de FV	19
<i>Inversor</i>	20
<i>Estructura de soporte (estructura fija, NO tracking)</i>	21
<i>Vida útil de la instalación</i>	22
3.2. PRECIOS DE PROYECTOS FV	22
3.2.1. Encuestas IP Chile 2016	22
<i>Encuestas RM</i>	23
<i>Encuestas a nivel nacional</i>	23
3.3. COMPARACIÓN DE RESULTADOS	24
3.3.1. Comparación encuestas IP Chile vs IP Alemania, 2016	24
3.3.2. Comparación IP Chile 2015, IP Alemania 2015 y proyectos unitarios del PTSP 2015	24
3.3.3. Comparación Índice de Precios FV Chile y Alemania 2016, y proyectos licitados en forma unitaria del PTSP 2016	25
3.3.4. Comparación Índice de Precios FV 2015 y 2016 Chile	26
3.3.5. Comparación Índice de Precios FV 2015 y 2016 Alemania	26
3.3.6. Comparación precios de PTSP 2015 y 2016	27
4. CONCLUSIONES	29

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Semana de respuesta empresas	13
Ilustración 2. Desglose del universo de empresas proveedoras de sistemas FV	14
Ilustración 3. Precios ofertados en Índice de Precios Chile 2015	15
Ilustración 4. Precios ofertados en Índice de Precios Alemania 2015	16
Ilustración 5. Precios ofertados en Índice de Precios Alemania 2016	16
Ilustración 6. Precios adjudicados en proyectos unitarios PTSP 2015	17
Ilustración 7. Precios adjudicados en proyectos unitarios PTSP 2016	17
Ilustración 8. Regiones en la que se ubican las casas matrices de las empresas encuestadas	18
Ilustración 9. Regiones en las que existen sucursales de las empresas encuestadas	18
Ilustración 10. Número de empresas que han ingresado la declaración TE-4 ante la SEC por Región	19
Ilustración 11. ¿Cuál es la marca del módulo fotovoltaico?	20
Ilustración 12. ¿Cuál es la marca del inversor?	21
Ilustración 13. Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos ofertados en la Región Metropolitana	23
Ilustración 14. Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos ofertados a nivel nacional	23
Ilustración 15. Precio neto de 1 Wp instalado por sistema FV obtenido en IP Chile y Alemania 2016	24
Ilustración 16. Comparación IP Chile 2015, IP Alemania 2015 y proyectos unitarios del PTSP 2015	25
Ilustración 17. Comparación IP Chile 2016, IP Alemania 2016 y proyectos unitarios del PTSP 2016	26
Ilustración 18. Comparación índice de precios noviembre 2015 y 2016 Chile	26
Ilustración 19. Comparación índice de precios Alemania 2015 y 2016	27
Ilustración 20. Comparación precios de PTSP 2015 y 2016	27

Índice de tablas

Tabla 1. Lista de empresas participantes PTSP 2016 agregadas a línea base	10
Tabla 2. Empresas sin información	10
Tabla 3. Línea base proveedores FV	11
Tabla 4. Nivel de confianza en base a un universo de 48 empresas proveedoras de sistemas FV	12
Tabla 5. Empresas validadas	14
Tabla 6. Respuestas obtenidas de módulos fotovoltaicos	19
Tabla 7. Respuestas obtenidas de inversores	20
Tabla 8. Respuestas obtenidas de estructura de soporte.	22
Tabla 9. Respuestas obtenidas de la vida útil de la instalación	22
Tabla 10. Número de muestras PTSP 2015 y 2016	27

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Elaborar un indicador de precios de sistemas fotovoltaicos instalados, actualmente comercializados en el mercado chileno, considerando costos por el concepto de diseño de proyecto, equipamiento e instalación. Lo anterior ha sido logrado mediante encuestas realizadas a proveedores FV que cuentan con experiencia en la instalación de sistemas FV conectados a la red de distribución mediante lo estipulado en la Ley 20.571 para la Generación Distribuida.

La potencia de los sistemas FV considerados para el estudio corresponde a los siguientes rangos:

- 1 – 5 [kWp]
- 5 – 10 [kWp]
- 10– 30 [kWp]
- 30– 100 [kWp]

Los precios de los sistemas FV nacionales serán comparados con los de proyectos de similares características comercializados en Alemania, y con el precio de sistemas FV adjudicados mediante el Programa Techos Solares Públicos (PTSP) del Ministerio de Energía de Chile. Es relevante mencionar que la naturaleza de estas informaciones es distinta. Los precios de sistemas FV levantados en Chile y en Alemania corresponden a encuestas, no correspondiendo necesariamente a precios de proyectos reales. En el caso del PTSP, los precios analizados corresponden a licitaciones públicas adjudicadas.

2. Actividades desarrolladas y recopilación de información

La fecha de inicio del proyecto fue el día lunes 1 de agosto, en la que se realizó una reunión de inicio con la contraparte de GIZ para definir el alcance y detallar las actividades a desarrollar, como también recoger las expectativas e intereses particulares que pudiesen impactar en el desarrollo de la consultoría. Cabe mencionar que se ha dado cumplimiento a todas las actividades planificadas.

Según lo establecido en la oferta técnica y económica presentada por RODA Energía, el día 2 de septiembre se entregó el Reporte 1 con los resultados vinculados al contenido específico 3.1, que incluye las siguientes actividades:

- Listado Excel de proveedores FV que han ingresado la declaración TE-4 en la SEC, indicando en cuáles comunas y regiones se han ingresado los TE-4.
- Primer reporte de avance en formato Word indicando el nivel de confianza a alcanzar en base al universo de proveedores FV (% y número de encuestas válidas necesarias)

Luego, el día 12 de septiembre se entregó el Reporte 2 con los resultados vinculados al contenido específico 3.2 y 3.3, correspondiente a:

- Segundo reporte de avance en formato Word, que incluyó la implementación de la metodología de contacto y recopilación de información.
- Encuestas validadas técnicamente con su respectiva información de precios (archivo Excel). Envío de correo electrónico de agradecimiento a las empresas participantes en el cual se indicó que GIZ enviará resultado final del Índice de Precios FV.

2.1. Línea base proveedores FV

La primera actividad de la presente consultoría consistió en elaborar una línea base de proveedores en Chile que contaran con experiencia comprobada en la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red de distribución con proyectos llave en mano entre 1-100 kWp. Según lo establecido por la contraparte técnica GIZ, se utilizó como información base un listado de proveedores e instaladores FV que han ingresado formulario TE-4 ante la SEC, actualizado al **23-08-2016**, constituida por 101 empresas. El listado fue proporcionado por la SEC.

De los registros de proveedores e instaladores FV SEC al día **23-08-2016**, se realizó el cruce de información con la base de datos de proveedores que participaron en el PTSP 2016 para así completar la línea base, incorporando la información correspondiente a las ciudades donde se presentó formulario TE-4 a través de la base de datos de instaladores FV SEC al día **23-08-2016**.

A dicha base de datos preliminar se le completaron campos faltantes utilizando las siguientes fuentes de información:

- Índice de Precios publicado en Nov 2015 (entregado por GIZ).
- Páginas web de los proveedores.
- Contacto telefónico con los proveedores.

Como resultado del cruce de información mencionado anteriormente se obtuvo como resultado un total de 83 empresas proveedoras de sistemas FV. Adicionalmente se agregaron 5 empresas proveedoras de sistemas FV que participaron en el PTSP 2016, ya que no se encontraban en los registros proveedores **FV SEC 23-08-2016**. Resultado parcial: 88 proveedores.

Tabla 1. Lista de empresas participantes PTSP 2016 agregadas a línea base.

Nº	Línea base
1	Actisolar
2	Andes Solar
3	Solar del Valle
4	Prosolar
5	Ecolife

De las 88 empresas resultantes, 40 de ellas se han eliminado del universo a encuestar por las siguientes razones:

- De 21 empresas no se logró obtener datos de contacto por los siguientes motivos:
 - El número disponible en la página web de la empresa es un número vacante.
 - No contestaron las llamadas.
 - No fue posible encontrar un número de contacto.
 - No responden el email donde se solicita número de contacto.
- 15 empresas sólo realizaban venta de equipos (no proyecto llave en mano), no aplicando para esta consultoría.
- Otros motivos: 4 de ellas no aplican por razones en específico detallándose esto en la siguiente Tabla.

Tabla 2. Empresas sin información.

Nº	Razón por qué no aplica
1	Se especializan en proyectos Off Grid
2	Desarrollan proyectos FV de mayor capacidad

Nº	Razón por qué no aplica
3	Están dejando el mercado de proyectos FV
4	Se dedican a vender energía. Ellos compran los proyectos FV a otras empresas

Finalmente, 48 empresas componen el universo de empresas proveedoras de sistemas FV del Índice de Precios Chile 2016 (Tabla 3).

Tabla 3. Línea base proveedores FV.

Nº	Línea base proveedores FV	Nº	Línea base proveedores FV
1	JASingeniería	25	Grammer Solar Chile SpA
2	Auraer Spa	26	Tecnoverde
3	Tritec	27	Solartrust
4	Sunbelt	28	Solcor SpA
5	Sumsol Chile	29	Vivest Energías Renovables S.A
6	Mirosolar S.A	30	VincentSolutionLimitada
7	Empresa Ere	31	S-save
8	Antusolar Limitada	32	Arica Solar
9	Cresco	33	EcoambienteLimitada
10	Kraftwerk	34	EcotermicaLimitada
11	Flux Solar	35	Esse Soluciones Energéticas Limitada
12	Heliplast	36	Parksolar S.A
13	Clonsa Ingeniería Limitada	37	Centro Solar China
14	Eergymas Limitada	38	Voltfix Proyectos Eléctricos Limitada
15	Euro Renovables S.A.	39	NATenergy
16	Lizard	40	Casa Sol
17	Kaltemp Limitada	41	Actisolar
18	Bezanilla y Compañía Limitada	42	Andes solar
19	Macrosolar	43	Solar del valle
20	EnergiaLed Limitada	44	Prosolar
21	Wireless (Renovable)	45	Ecolife
22	Qenergy Pacific Rin Ventures Spa.	46	Comercial Pau y Compañía Limitada
23	Queulat Energy	47	Hanergy Solar Power South America SpA.
24	Lumisolar Limitada	48	Paradigma

2.2. Nivel de confianza

La metodología para determinar el nivel de confianza se basó en el cálculo de la muestra necesaria para satisfacer el 90% de confianza en los resultados. La siguiente expresión fue utilizada para determinar el número muestral.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{(N - 1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Dónde :

n : Tamaño de la muestra (número de proyectos)

N : Tamaño del universo de proyectos

Z : Es la desviación del valor medio que aceptamos para lograr el nivel de confianza deseado. En función del nivel de confianza que buscamos, usamos un valor determinado que viene dado por la forma que tiene la distribución de Gauss.

Los valores a utilizados fueron:

Nivel de confianza 90%: Z = 1,645 (en el peor escenario de respuesta)

Nivel de confianza 95%: Z = 1,96 (en el escenario buscado de respuesta)

e: Error de estimación = 5% (Z = 1,96); 10% (Z = 1,645)

p: Probabilidad a favor = 0,5

En base al universo de 48 empresas proveedoras de sistemas FV se procedió a calcular el número de respuestas correctas necesarias para la obtención de distintos niveles de confianza. Los resultados se presentan en Tabla 4.

Tabla 4. Nivel de confianza en base a un universo de 48 empresas proveedoras de sistemas FV.

Nivel de confianza	Tamaño de la muestra (n)
90%	28 ²
95%	43 ³

² Mínimo buscado

³ Meta buscada

2.3. Implementación de la encuesta

Una vez aprobada la línea base de proveedores FV, se elaboró una encuesta en formato online para lo cual se utilizó la plataforma Typeform. La encuesta fue elaborada en base al documento “Especificación técnica sistemas FV” entregado por GIZ, lo que ha permitido comparar los precios de sistemas FV bajo los mismos parámetros técnicos. Además, en esa instancia, se elaboró el diseño de la invitación a participar del IP Chile 2016, siendo ambas validadas en su momento por la contraparte técnica de GIZ.

A partir del 23 de agosto se enviaron las invitaciones a todas las empresas proveedoras de sistemas FV que conformaron la línea base de esta encuesta. Luego, se tomó contacto telefónico con los gerentes comerciales (o generales) de las empresas participantes con el fin de reforzar la relevancia de que participaran del proceso, como también para darles a conocer diferentes aspectos relacionados con la presente consultoría.

La participación de las empresas consistió en levantar una cotización presupuestaria (sin el IVA), que considerara diseño, costo del equipamiento e instalación (proyecto llave en mano) para distintos tamaños de proyectos fotovoltaicos (1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp, 30-100 kWp), donde cada rango incorpora el valor del límite superior, y responder una encuesta conformada por cuatro campos principales de la especificación técnica de sistemas FV: módulos fotovoltaicos, inversor, estructura de soporte y vida útil de la instalación. La encuesta además solicita indicar costos llave en mano para diversas regiones del país.

A continuación, se realizó un seguimiento diario de las respuestas en la plataforma Typeform. Como criterio se estableció un tiempo de espera de 3 días para luego contactar nuevamente a los gerentes, con el objetivo de identificar el por qué no se había completado. En función de la respuesta (falta de tiempo, falta de datos, entre otros), se ofreció asistencia para el cumplimiento del reporte, y más tiempo para enviar el envío del mismo.

Una vez completada la quinta semana desde que se enviaron las invitaciones a participar de la encuesta se dio por finalizado dicho periodo (26 de septiembre), del cual se recibieron 31 reportes de empresas proveedoras de sistemas FV.

Los desgloses de los tiempos de respuestas se observan en la Ilustración 1.

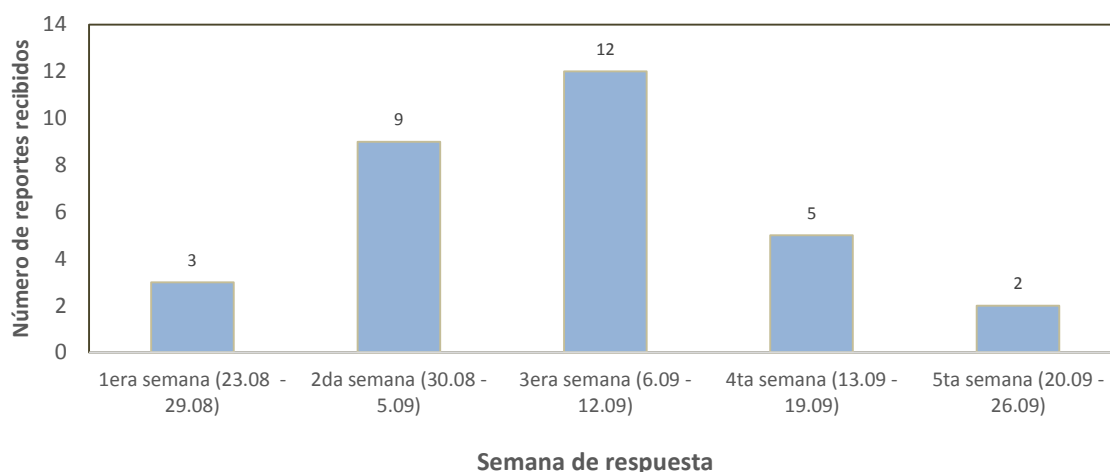


Ilustración 1. Semana de respuesta empresas

La Ilustración 1 muestra que entre la segunda y cuarta semana se recibió la mayor cantidad de reportes, correspondientes al 84% del total (5 semanas).

2.4. Universo de empresas proveedoras de sistemas FV

De las 48 empresas que conformaron el universo de empresas proveedoras de sistemas FV de esta encuesta, 37 de ellas indicaron que estaban interesadas en participar, 7 que no estaban interesadas y 4 no informaron si se encontraban interesadas o no. En la ilustración 3 se observan los porcentajes vinculados a cada respuesta.

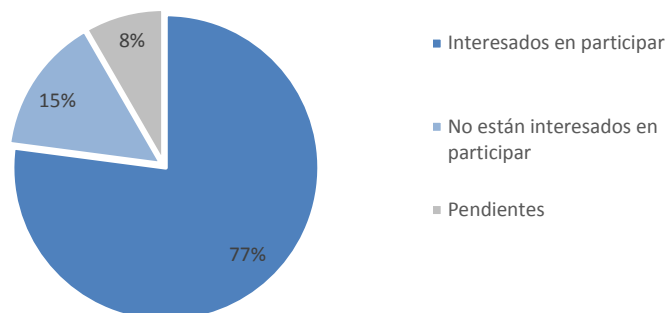


Ilustración 2. Desglose del universo de empresas proveedoras de sistemas FV

Del total de 37 empresas participantes se recibieron 31 reportes los cuales fueron revisados y analizados por RODA Energía y luego fueron validados por la contraparte técnica GIZ. Como resultado del análisis, se obtuvo 28 reportes validados que cumplen con las especificaciones técnicas establecidas (cumpliendo con el 90% de confianza) (Tabla 5). Tres reportes no fueron validados, por ende no se incluyeron en el análisis. Las razones por las cuales 3 de las encuestas no fueron validadas se enuncian a continuación:

- Empresa 1: no cumple con garantía de vida útil de la instalación de 25 años.
- Empresa 2: no utiliza el material para la estructura del soporte que se estipula en las especificaciones técnicas; utiliza acero galvanizado.
- Empresa 3: no cumple con los requisitos estipulados en las bases de certificación, eficiencia y grado IP del inversor.

Tabla 5. Empresas validadas.

Nº	Empresas validadas	Nº	Empresas validadas
1	Energía Led Limitada	15	ECOLifeS.a
2	STC Sunbelt Spa	16	Empresa ERE
3	Prosolar S.A.	17	Solcor Spa
4	Actisolar	18	Andes Solar
5	Auraer	19	Solar Trust Spa
6	Bezanilla y Compañía Limitada	20	Lumisolar Limitada
7	Tecoverde	21	Casa Sol Limitada
8	JASIngenieria	22	Qenergy Pacific Rim Ventures Spa
9	Vivest energías renovables S.A.	23	Mirosolar S.A.
10	TRITEC - Intervento	24	Kraftwerk SERC Limitada
11	Sumsol (Suministros Solares Chile Limitada)	25	Macrosolar Spa
12	Solar del Valle Chile Spa	26	Flux Solar Spa
13	Grammer Solar Chile	27	Ecoambiente Limitada
14	ParkSolar	28	S-Save

Finalmente, se enviaron las cartas de agradecimiento a las empresas participantes (31), formato que fue validado previamente por la contraparte técnica de GIZ.

2.5. Información complementaria

Para una posterior comparación de los resultados obtenidos de la encuesta Índice de Precios Chile 2016 (IP Chile 2016) levantada por esta consultoría, se presentan los resultados obtenidos de otras consultorías (encuesta Índice de Precios Chile 2015 (IP Chile 2015); encuesta IP Alemania 2015; encuesta IP Alemania 2016) y los resultados de las licitaciones públicas PTSP 2015 y 2016.

2.5.1. Índice de Precios Chile 2015

En la Ilustración 3, se presentan los precios promedios obtenidos a partir de la encuesta IP Chile 2015 para plantas de potencia de 1 kWp, 10 kWp, 30 kWp y 100 kWp con un número de muestras (n) de 13, 11, 12 y 13, respectivamente.

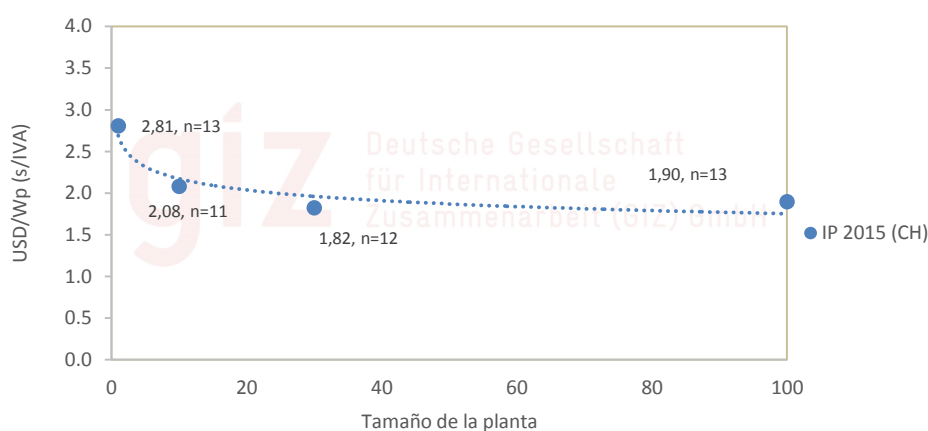


Ilustración 3. Precios ofertados en Índice de Precios Chile 2015

2.5.2. Índice de Precios Alemania 2015 y 2016

El índice de precios de Alemania ha sido proporcionado por GIZ, quien ha contratado a la empresa EuPD Research para la elaboración de indicadores de precio de sistemas FV instalados (llave en mano).

En Ilustración 4, se presentan los precios representados a través de la mediana de la muestra, obtenidos a partir de la encuesta IP Alemania 2015 para plantas de 1 kWp, 10 kWp, 30 kWp y 100 kWp, con un número de muestras (n) de 45, 47, 44 y 31, respectivamente.

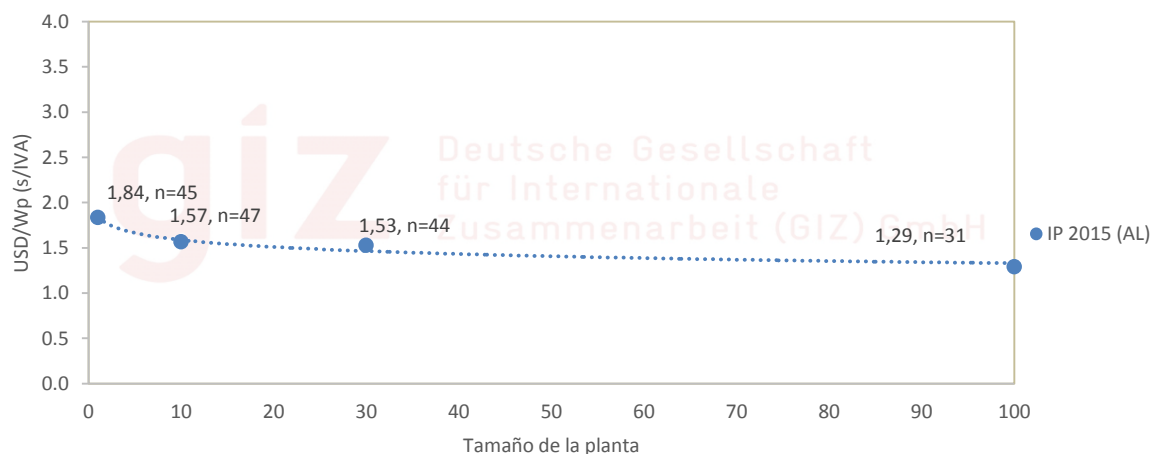


Ilustración 4. Precios ofertados en Índice de Precios Alemania 2015

En la Ilustración 5, se presentan los precios representados a través de la mediana de la muestra, obtenidos en la encuesta IP Alemania 2016 para plantas de rango de 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, con un número de muestras de: 44, 44, 44 y 26, para cada categoría respectivamente. Cabe señalar que para graficar los resultados obtenidos de esta encuesta se consideraron los valores promedios de potencia por rango, correspondientes a 2,5 kWp, 7,5 kWp, 20 kWp y 65 kWp y se aplicó una curva de tendencia abarcando todo el rango de estudio 1-100 kWp.

La gráfica muestra una línea de tendencia plana en el rango 65-100 kWp, sólo para reflejar el resultado obtenido en ese rango. De todas formas, podría darse el caso que la línea de tendencia en este rango (65-100 kWp) sea efectivamente una línea con pendiente negativa, pero esto no es posible de concluir en forma certera ya que el alcance de este análisis no considera un desglose en ese tramo.

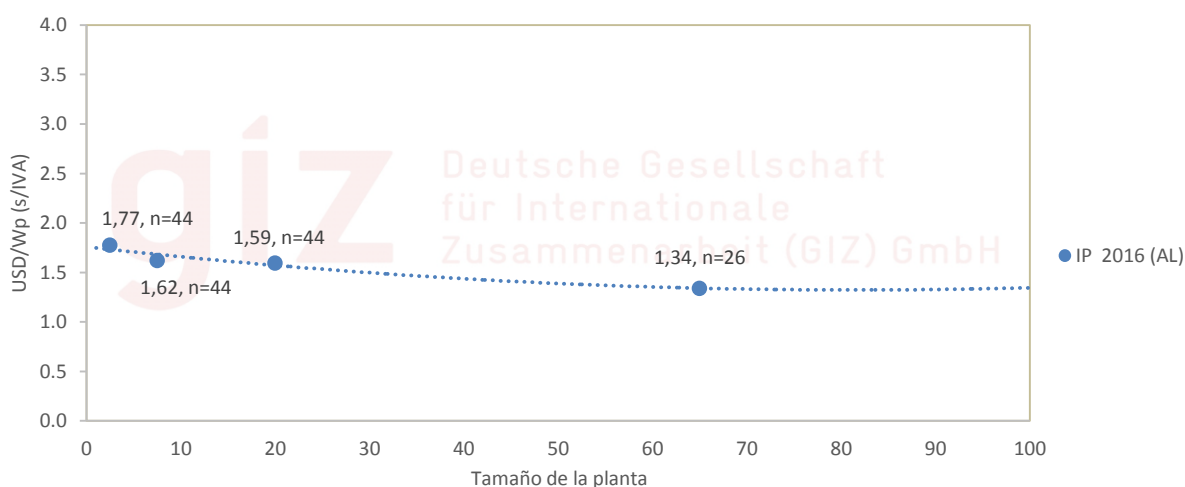


Ilustración 5. Precios ofertados en Índice de Precios Alemania 2016

2.5.3. PTSP 2015 y 2016

En la Ilustración 6 se presentan los precios representados a través de la mediana de la muestra, obtenidos a partir de las licitaciones públicas PTSP 2015. Cabe destacar, que se consideraron sólo los proyectos unitarios adjudicados (licitaciones unitarias) y no los proyectos adjudicados en conjunto (licitaciones compuestas)⁴. En plantas de potencia de 5 kWp, 15 kWp, 20 kWp, 40 kWp, 60 kWp, 70 kWp y 100 kWp, con una muestra para proyectos de hasta 70 kWp y 4 para proyectos de 100 kWp.

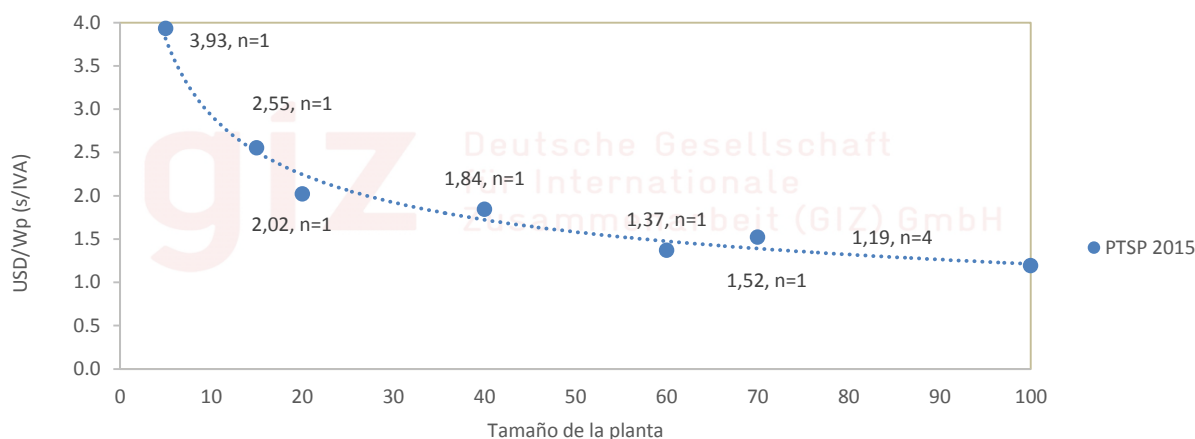


Ilustración 6. Precios adjudicados en proyectos unitarios PTSP 2015

En la Ilustración 7, se presentan los precios representados a través de la mediana de la muestra, obtenidos a partir de las licitaciones públicas PTSP 2016 con Anexo económico publicado a la fecha de análisis (29 septiembre 2016). Cabe destacar, que se consideraron sólo los proyectos unitarios adjudicados. En plantas de potencia de 25 kWp, 90 kWp y 100 kWp, con un número de muestras (n) de 2, 1 y 2, respectivamente.

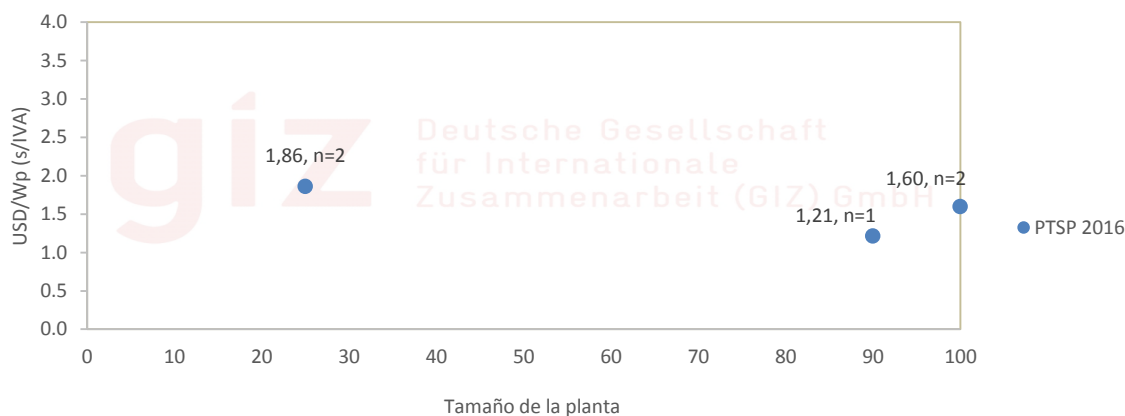


Ilustración 7. Precios adjudicados en proyectos unitarios PTSP 2016

⁴ Las licitaciones unitarias son aquellas en las cuales se licita un único proyecto, y las licitaciones compuestas son aquellas en las que se consideran varios proyectos, los cuales además difieren en cuanto a su tamaño.

3. Resultados

3.1. Encuestas

3.1.1. Información general

En Ilustración 8 se muestra la distribución regional de las casas matrices de las empresas encuestadas.

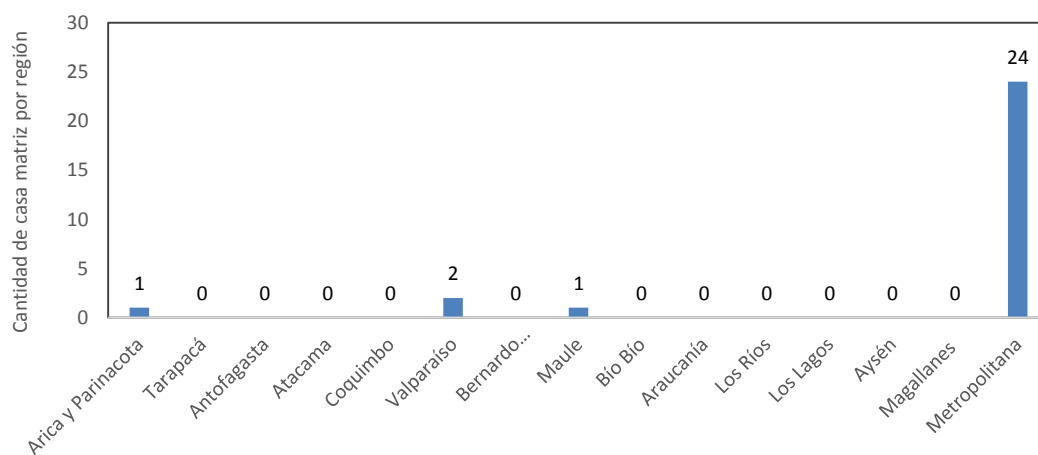


Ilustración 8. Regiones en la que se ubican las casas matrices de las empresas encuestadas

A partir de la Ilustración 8, se observó que la mayoría de las empresas encuestadas (correspondiente a un 86%), se ubican en la Región Metropolitana (RM).

De las 28 empresas representadas en la Ilustración 8, se ha verificado que 5 de ellas cuentan con sucursales (12) en otras regiones. El detalle se muestra en la Ilustración 9.

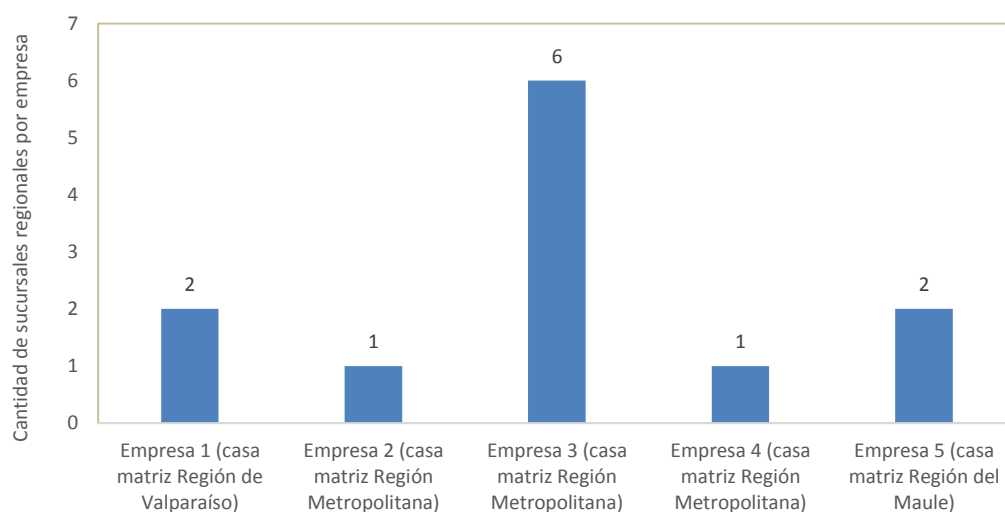


Ilustración 9. Regiones en las que existen sucursales de las empresas encuestadas

A continuación, en Ilustración 10 se muestra en cuales regiones las empresas encuestadas han ingresado el formulario TE-4.

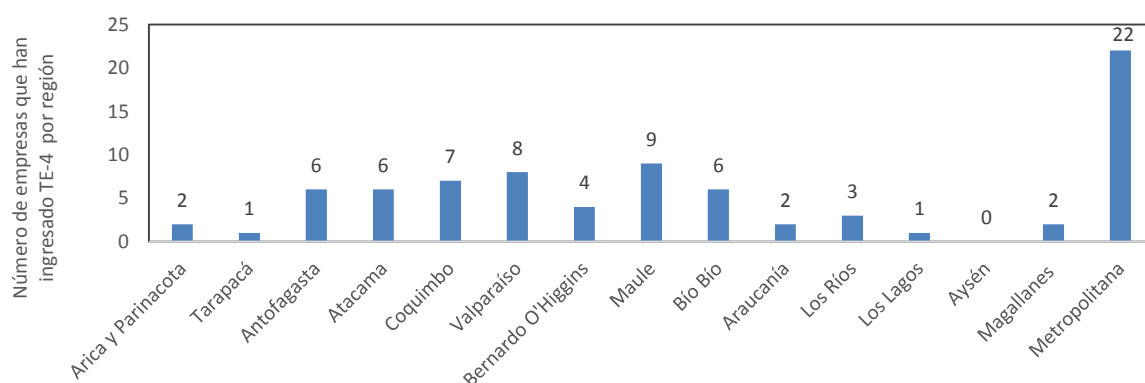


Ilustración 10. Número de empresas que han ingresado la declaración TE-4 ante la SEC por Región

Considerando a los proveedores encuestados, las regiones donde se ha presentado la mayor cantidad de declaraciones TE-4 son: Región Metropolitana, del Maule y de Valparaíso, con un porcentaje de un 79% (22 empresas de las 28 encuestadas ingresaron declaración en Región Metropolitana), 32% (9 empresas de las 28 encuestadas ingresaron declaración TE-4 en Región del Maule) y 29% (8 empresas de las 28 encuestas ingresaron declaración TE-4 en Región de Valparaíso). En la única región en la que no se han presentado declaraciones TE-4 es en la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

3.1.2. Validación Especificación técnica de sistemas de FV

Anteriormente se ha indicado que las 28 encuestas validadas cumplen con las especificaciones técnicas. Si bien algunas respuestas no cumplen en un 100% con lo solicitado, se ha decidido considerar esas encuestas ya que lo ofrecido se asemeja a lo solicitado. La especificación técnica se ha subdividido en requerimientos para: módulos FV, inversor, estructura de soporte, y vida útil.

Módulos fotovoltaicos

A continuación, en Tabla 6 e Ilustración 11, se presentan las respuestas obtenidas de los módulos fotovoltaicos que fueron utilizados en los proyectos FV cotizados por las empresas encuestadas.

Tabla 6. Respuestas obtenidas de módulos fotovoltaicos.

Pregunta	Si	No
¿Los módulos fotovoltaicos están autorizados por la SEC?	100% (n=28)	0% (n=0)
¿El marco de la estructura es anodizado?	100% (n=28)	0% (n=0)
¿La garantía de potencia de salida es igual o superior al 80% de la potencia máxima del módulo, al año 25 después de la puesta en operación?	100% (n=28)	0% (n=0)
¿La garantía de fabricación es de al menos 10 años?	100% (n=28)	0% (n=0)

Se observa, en Tabla 6, que las empresas encuestadas cumplen en un 100% con las características técnicas estipuladas de los módulos fotovoltaicos.

En Ilustración 11, se observa que existe una gran variedad de marcas de módulos fotovoltaicos utilizados por las empresas encuestadas, siendo la marca Canadian Solar con mayor presencia entre los proveedores contactados, equivalente al 12%.

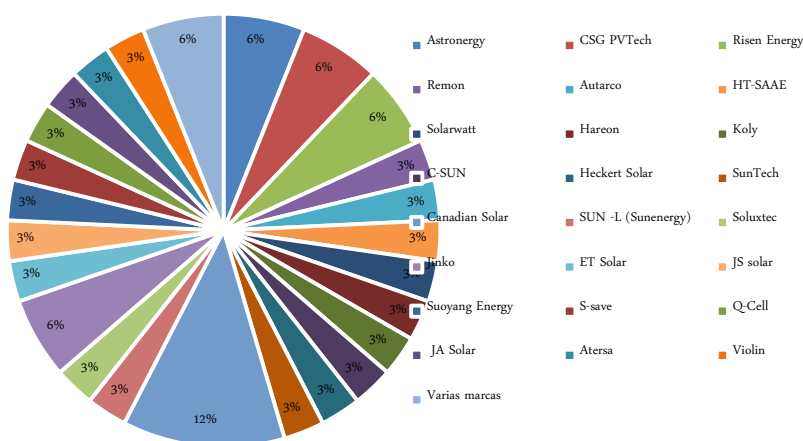


Ilustración 11. ¿Cuál es la marca del módulo fotovoltaico?

Inversor

A continuación, en la Tabla 7 e Ilustración 12, se presentan las respuestas obtenidas de los inversores que fueron utilizados en los proyectos FV cotizados por las empresas encuestadas.

Tabla 7. Respuestas obtenidas de inversores.

Pregunta	Si	No
Autorizado por la SEC	100% (n=28)	0% (n=0)
¿El inversor tiene un grado IP 65 para ambientes exteriores y un IP 54 para ambientes interiores?	96% (n=27)	4% (n=1) (Caso 1)
¿La eficiencia del inversor es mayor o igual al 95% cuando se encuentra en un punto de operación entre el 30% y el 100% de potencia de entrada?	100% (n=28)	0% (n=0)
¿La garantía de fabricación es de al menos de 5 años?	100% (n=28)	0% (n=0)
¿Hay servicio técnico disponible en Chile?	96% (n=27)	4% (n=1) (Caso 2)

El 100% de las empresas señalaron que los inversores que utilizan están autorizados por la SEC. Dado lo anterior, la contraparte técnica GIZ decidió validar las respuestas negativas

obtenidas en esta sección, ya que la excepción de sus respuestas les permite ser incluidas y comparables con lo solicitado inicialmente. A continuación, se enuncian las empresas y sus respuestas recopiladas entorno a las respuestas negativas de esta sección.

- Caso 1: Los inversores que ellos utilizan cumplen con grado IP 54 para ambientes interiores, pero no cumplen con el grado IP 65 para ambientes exteriores. La empresa aseguró que los inversores siempre quedan instalados en el interior
- Caso 2: La empresa proveedora de los inversores no tiene servicio técnico en Chile, es una empresa que se ubica en China, aun así, reciben asistencia técnica mediante *Skype* desde allá.

En Ilustración 12 se observa que existe una gran variedad de marcas de inversores utilizados por las empresas encuestadas, predominando la marca SMA, Fronius y ABB, con un 28%, 15% y 8% respectivamente.

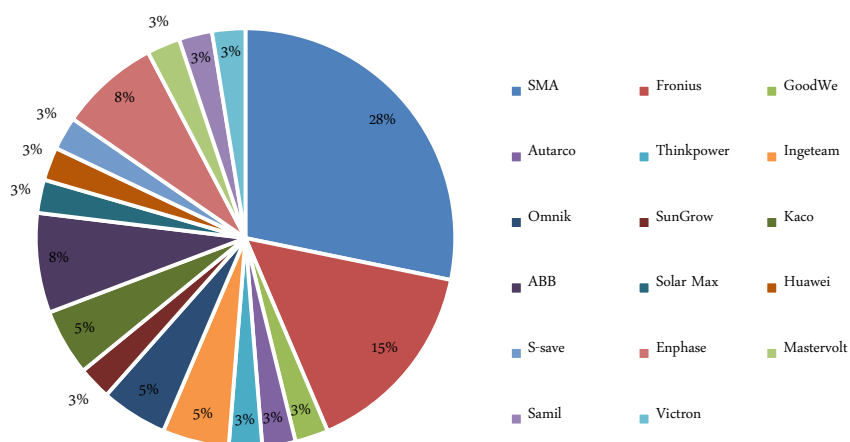


Ilustración 12. ¿Cuál es la marca del inversor?

Estructura de soporte (estructura fija, NO tracking)

A continuación, en la Tabla 8, se presentan las respuestas obtenidas de la estructura de soporte que fueron utilizados en los proyectos FV cotizados por las empresas encuestadas.

Tabla 8. Respuestas obtenidas de estructura de soporte.

Pregunta	Si	No	No aplica
¿El soporte es de aluminio?	100% (n=28)	0% (n=0)	-
Para aplicaciones comunes: ¿La pernería utilizada para la sujeción de módulos es de Acero inoxidable A2 DIN/ISO?	96% (n=27)	4% (n=1) (Caso 1)	-
En zonas costeras: ¿La pernería utilizada para la sujeción de módulos es de Acero A4 DIN/ISO?	85,7% (n=24)	3,6% (n=1) (Caso 2)	10,7% (n=3) (Caso 3)
¿El montaje de la estructura de soporte es a nivel de techo?	100% (n=28)	0% (n=0)	-

De la Tabla 8, se observa que en las preguntas sobre el tipo de pernería utilizada para la sujeción de módulos (para aplicaciones comunes y en zonas costeras) no se obtuvo un 100% de respuestas que cumplieran con las características técnicas de la estructura de soporte. La contraparte técnica de GIZ junto al equipo RODA Energía analizaron las respuestas y validaron a dichas empresas.

A continuación, se enuncian las empresas y sus respuestas recopiladas entorno a las respuestas negativas de esta sección:

- Caso 1: Para aplicaciones comunes esta empresa utiliza pernería de acero común, ya que las instalaciones son de bajo esfuerzo mecánico.
- Caso 2: Para aplicaciones en zonas costeras esta empresa utiliza pernería de acero 304.
- Caso 3: Estas empresas no han desarrollado proyectos en zonas costeras.

Vida útil de la instalación

A continuación, en Tabla 9, se presentan las respuestas obtenidas sobre la vida útil de la instalación que fueron utilizados en los proyectos FV cotizados por las empresas encuestadas.

Tabla 9. Respuestas obtenidas de la vida útil de la instalación.

Pregunta	Si	No
¿La vida útil de la instalación es de 25 años?	100% (n=28)	0% (n=0)

Se observa en Tabla 9, que las empresas encuestadas cumplen en un 100% con los años estipulados de vida útil de la instalación.

3.2. Precios de proyectos FV

En la siguiente sección se entregan los principales resultados obtenidos de las cotizaciones presupuestarias levantadas por las empresas encuestadas por esta consultoría (IP Chile 2016).

3.2.1. Encuestas IP Chile 2016

Dado que la mayor cantidad de respuestas se encuentran en la RM (Ilustración 13), se presenta un resultado exclusivo para esta región y un resultado a nivel Nacional que incorpora todas las regiones del país (Ilustración 14). No se ha desarrollado un análisis por región ya que el número de muestras no es representativo.

Encuestas RM

Para la RM, como se observa en la Ilustración 13, se obtuvo un número de muestras de: 18 (1-5 kWp), 14 (5-10 kWp), 14 (10-30 kWp) y 15 (30-100 kWp).

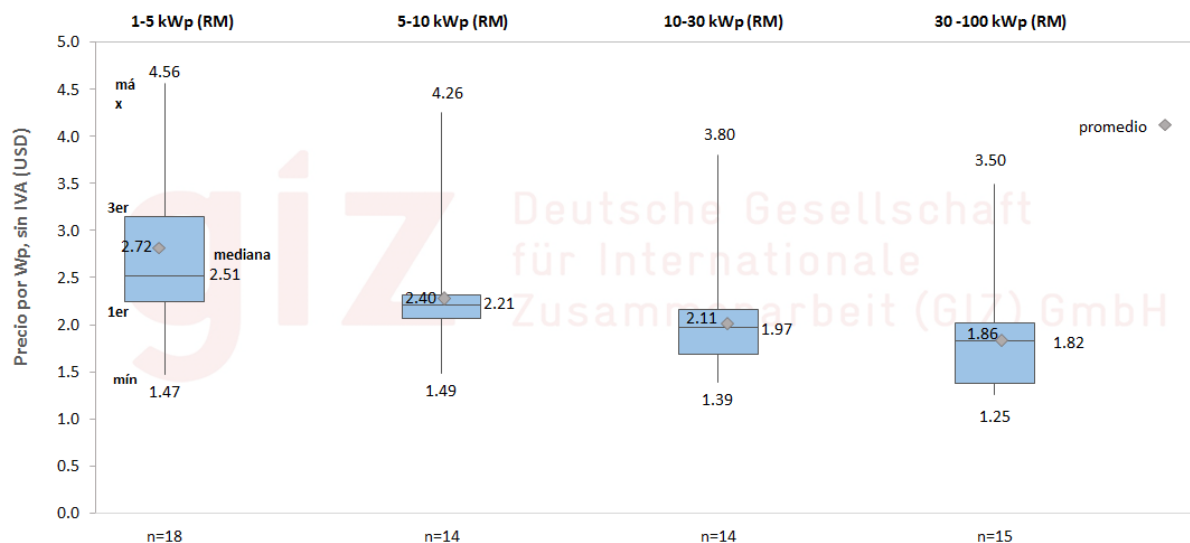


Ilustración 13. Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos ofertados en la Región Metropolitana

Al analizar los resultados obtenidos en la Ilustración 13, se observa que los precios por Wp instalado (que representan la mediana de la muestra), varían de 2,51 USD/Wp a 1,82 USD/Wp para plantas de 1-5 kWp a 30-100 kWp. Esta variación evidencia que existe economía de escala, dado que, al aumentar el tamaño de la planta, disminuye el precio neto por Wp instalado.

Encuestas a nivel nacional

A nivel nacional⁵, como se observa en Ilustración 14, se obtuvo un número de muestras (empresas) de 24 (1-5 kWp), 20 (5-10 kWp), 21 (10-30 kWp) y 22 (30-100 kWp).

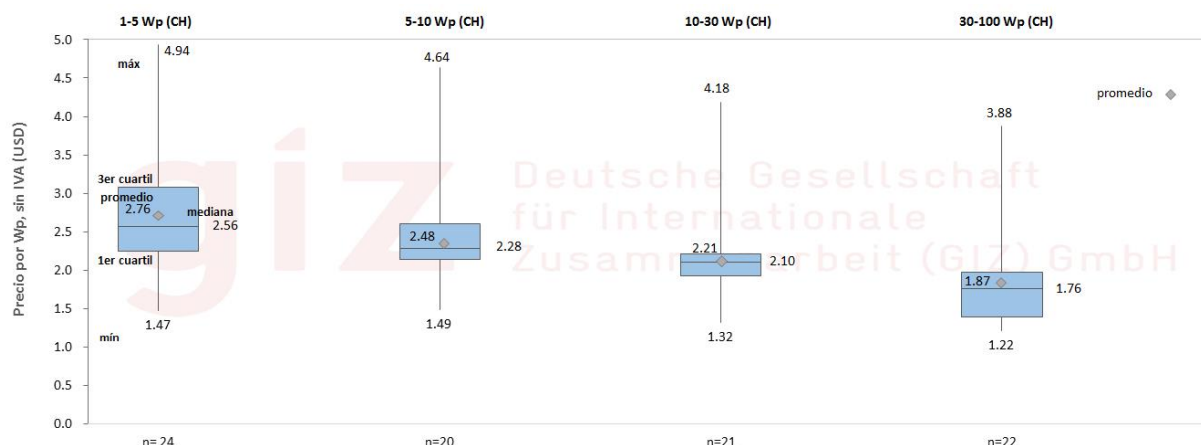


Ilustración 14. Índice de Precios de sistemas fotovoltaicos ofertados a nivel nacional

Al analizar los resultados obtenidos en Ilustración 14, se observa que los precios por Wp instalado (que representan la mediana de la muestra), varían de 2,56 USD/Wp a 1,76 USD/Wp. Además al comparar los resultados obtenidos a nivel nacional versus los obtenidos en la RM

⁵ Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Bernardo O'Higgins, Maule, Bio-Bío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aysén, Magallanes, Metropolitana.

(Ilustración 14), se evidencia que el precio a nivel nacional es mayor en un 2%, 3% y 7% para plantas de 1-5 kWp, 5-10 kWp y 10-30 kWp respectivamente. Este aumento podría deberse a que en las regiones (excluyendo la RM), existe un costo adicional que aumenta el precio del Wp instalado asociado al traslado y/o montaje. Para plantas de 30-100 kWp se observa que el precio a nivel nacional es menor en un 4% en comparación con el obtenido en la RM.

3.3. Comparación de resultados

3.3.1. Comparación encuestas IP Chile vs IP Alemania, 2016

En Ilustración 15 se compararon los precios de sistemas FV obtenidos de las encuestas levantadas en Chile en septiembre del 2016 (IP Chile 2016) con los resultados obtenidos de las encuestas levantadas en Alemania en julio del 2016 (IP Alemania 2016), para sistemas FV de similares características.

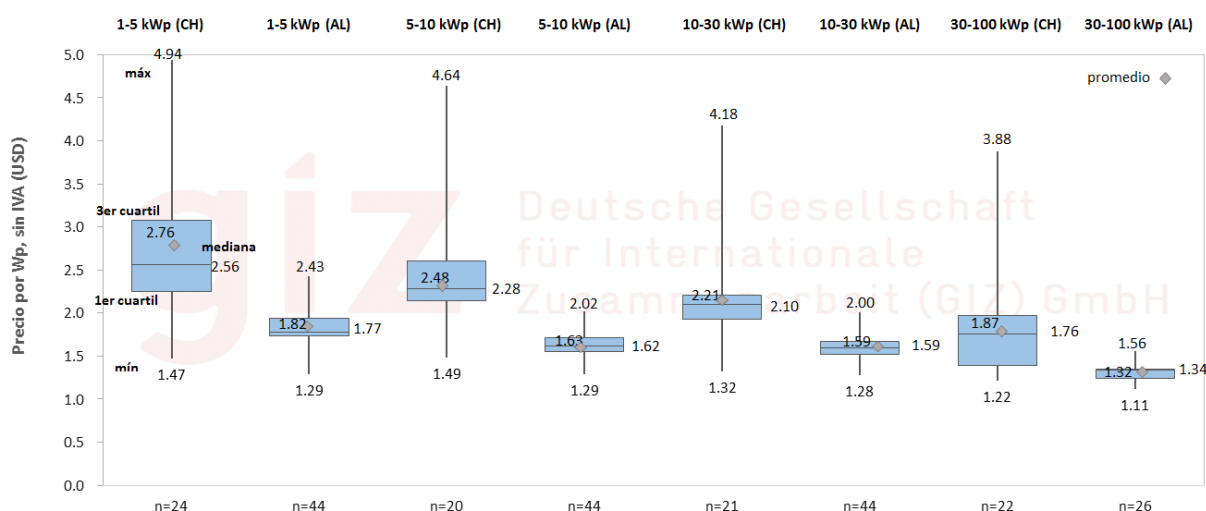


Ilustración 15. Precio neto de 1 Wp instalado por sistema FV obtenido en IP Chile y en Alemania 2016

Al analizar la Ilustración 15, se observa que los precios por Wp instalado (que representan la mediana de la muestra) ofertados en Chile por Wp instalado varían de 2,56 USD/Wp a 1,76 USD/Wp, y los ofertados en Alemania varían de 1,77 USD/Wp a 1,34 USD/Wp. Al comparar ambos resultados, se observa que existe un mayor precio ofertado en Chile de un 44%, 41%, 32% y 31 % para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kW, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente, en comparación con los ofertados en Alemania para los mismos rangos.

A su vez, se aprecia que los precios máximos y mínimos ofertados en Chile por Wp para cada rango de potencia se encuentran distanciados por un rango mayor que los ofertados en Alemania, existiendo una diferencia de precio de 3,47 USD/Wp, 3,15 USD/Wp, 2,86 USD/Wp y 2,66 USD/Wp en Chile versus que en Alemania es de 1,13 USD/Wp, 0,73 USD/Wp, 0,72 USD/Wp y 0,45 USD/Wp para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente. Lo anterior pudiese estar relacionado con lo incipiente que es el mercado de sistemas fotovoltaicos en Chile versus el nivel de desarrollo en términos de volumen del mercado alemán.

3.3.2. Comparación IP Chile 2015, IP Alemania 2015 y proyectos unitarios del PTSP 2015

Los precios de los sistemas FV que se reportaron en la encuesta IP Chile y Alemania 2015 consideraron plantas FV con capacidades de 1 kWp, 10 kWp, 30 kWp y 100 kWp con número mínimo de 11 muestras por potencia en el caso de Chile y 31 en Alemania. Además, se consideraron los proyectos unitarios adjudicados en las licitaciones públicas del PTSP 2015, las cuales se encuentran en un rango entre 5-100 kWp correspondiendo a un proyecto por

potencia presentada, a excepción de la presentada de 100 kWp que resulta del promedio de cuatro proyectos adjudicados.

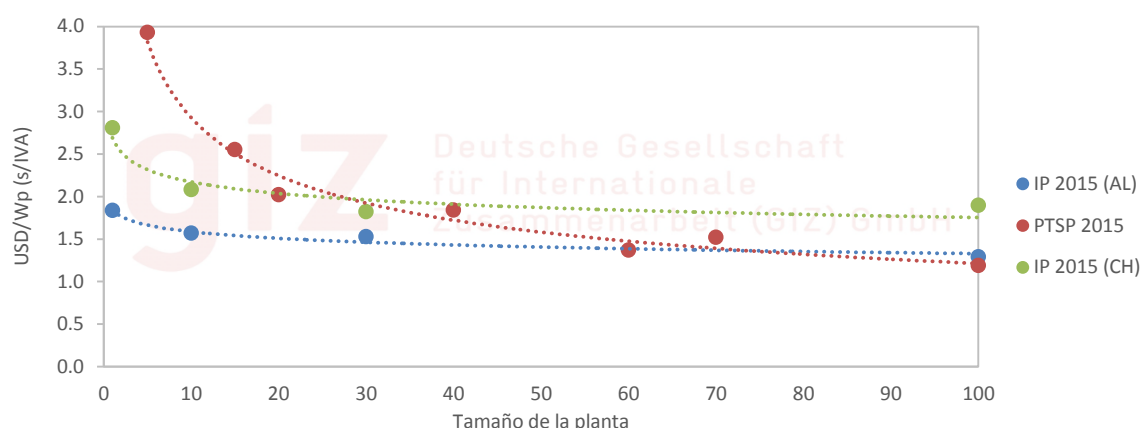


Ilustración 16. Comparación IP Chile 2015, IP Alemania 2015 y proyectos unitarios del PTSP 2015

Para analizar los resultados obtenidos a partir de Ilustración 16 es necesario considerar que los valores obtenidos a partir de la encuestas IP Chile e IP Alemania corresponden a cotizaciones teóricas consultadas a las empresas, no correspondiendo necesariamente a precios reales.

En la Ilustración 16 se observa que los precios promedios obtenidos de la encuesta IP Chile 2015 son mayores que los precios (que representan la mediana de la muestra) obtenidos de la encuesta IP Alemania 2015 en un 53%, 33%, 19% y 47%, para plantas de 1 kWp, 10 kWp, 30 kWp y 100 kWp, respectivamente. A su vez, al comparar los resultados chilenos de encuestas IP Chile versus PTSP del año 2015) se evidencia que para plantas de 100 kWp, el IP Chile refleja un mayor precio promedio ofertado en comparación al PTSP 2015, observándose una brecha del 59%.

De los resultados obtenidos en PSTP 2015 y la encuesta IP Alemania 2015, se desprende que a partir de los 60 kWp los precios ofertados por licitación pública en Chile se asimilan a los ofertados en las encuestas de Alemania y para plantas de 100 kWp se obtiene un precio inferior de un 9% en PTSP 2015, en comparación con los obtenidos en la encuesta IP Alemania 2015.

3.3.3. Comparación Índice de Precios FV Chile y Alemania 2016, y proyectos licitados en forma unitaria del PTSP 2016

Los precios de los sistemas FV que entrega la encuesta IP Chile y Alemania 2016, consideran plantas FV con capacidades de 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, con número mínimo de 20 muestras por rango en el caso de Chile y 26 en Alemania. En el caso de las licitaciones públicas PTSP 2016 se consideran plantas de diversos tamaños dentro de un rango de 25 kWp a 100 kWp, con un número mínimo de 1 muestra por potencia.

Para graficar los precios de las plantas FV encuestadas en Chile y Alemania se definen 4 valores de potencia correspondientes al promedio de potencia por rango, correspondiente a 2,5 kWp, 7,5 kWp, 20 kWp y 65 kWp. En el caso del PTSP se consideran las plantas FV adjudicadas en forma unitaria durante el año 2016 lo que equivale a 5 adjudicaciones a la fecha de análisis de datos, agrupadas en potencias 25 kWp, 90 kWp y 100 kWp.

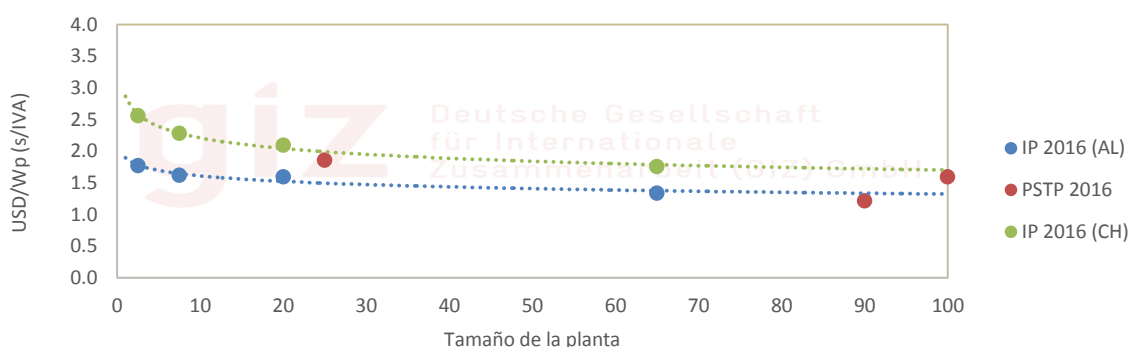


Ilustración 17. Comparación IP Chile 2016, IP Alemania 2016 y proyectos unitarios del PTSP 2016

En Ilustración 17 se observa que los precios (que representan la mediana de la muestra) levantados en el IP Chile 2016 presentan un mayor valor en el precio de un 44%, 41%, 32% y 31% para plantas de 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente, lo anterior en comparación con los precios levantados en el IP Alemania 2016.

Considerando que la cantidad de muestras disponibles para analizar los costos del PTSP es baja, y por ende no representativa, aun así, se evidencia que los costos de adjudicación son inferiores al IP Chile 2016. En el rango 10-30 kWp, el costo de un sistema de 25 kWp adjudicado por el PTSP es superior al IP Alemania 2016, e inferior al IP Chile 2016, situación que se repite en el caso de plantas FV de 100 kWp. En el caso de la planta FV de 90 kWp del PTSP, el costo de adjudicación resultó ser inferior al IP Alemania 2016.

Lo anterior refleja que el mercado alemán ya está asentado, así los precios son inferiores en todo el espectro de proyectos analizados. En el caso del PSTP 2016 para plantas de 90 kWp, éste tendría un precio menor si se compara con la tendencia de los proyectos IP 2016 (AL), pero al corresponder al precio de un proyecto, no se podría afirmar estadísticamente si en esta categoría de potencia superaría o no los valores del mercado alemán.

3.3.4. Comparación Índice de Precios FV 2015 y 2016 Chile

En Ilustración 18 se comparan los resultados obtenidos en IP Chile 2015 y 2016.

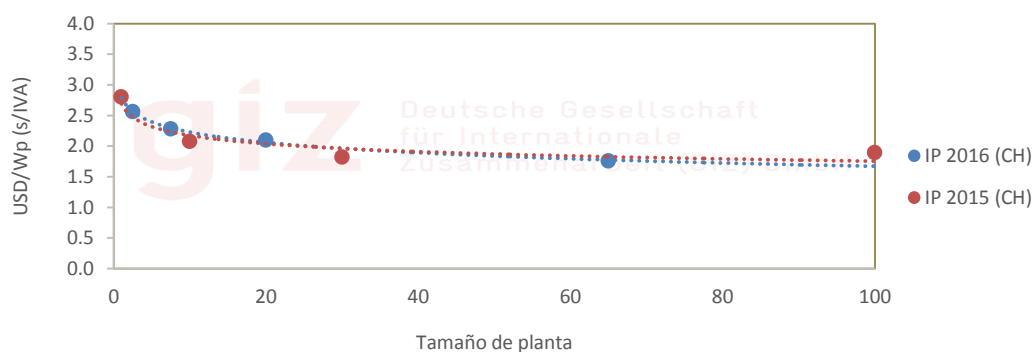


Ilustración 18. Comparación índice de precios noviembre 2015 y 2016 Chile

Al comparar los precios promedios asociados a los sistemas FV levantados por la encuesta IPen el año 2015 con la mediana de precios levantados en la encuesta IP Chile 2016, se observa que no existe una variación significativa en los precios ofertados por Wp instalados entre el año 2015 y 2016.

3.3.5. Comparación Índice de Precios FV2015 y 2016 Alemania

En Ilustración 19 se comparan los resultados obtenidos de la encuesta IP Alemania 2015 y 2016.

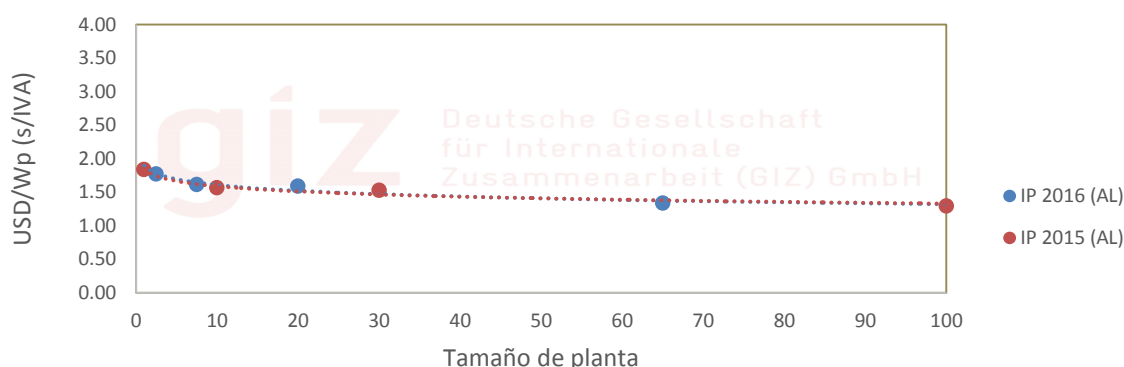


Ilustración 19. Comparación índice de precios Alemania 2015 y 2016

Al comparar los precios (que representan la mediana de la muestra), asociados a los sistemas FV levantados en la encuesta IP Alemania 2015 y 2016, se observa que no existe una variación significativa en los precios ofertados por Wp instalados entre el año 2015 y 2016. Lo anterior podría asociarse a que el mercado alemán de proyectos fotovoltaicos está consolidado, por lo que la oferta y demanda hace que los precios no sufran variaciones significativas en los periodos comparados.

3.3.6. Comparación precios de PTSP 2015 y 2016

En la Ilustración 20 se comparan los resultados obtenidos en las licitaciones públicas PTSP 2015 y 2016.

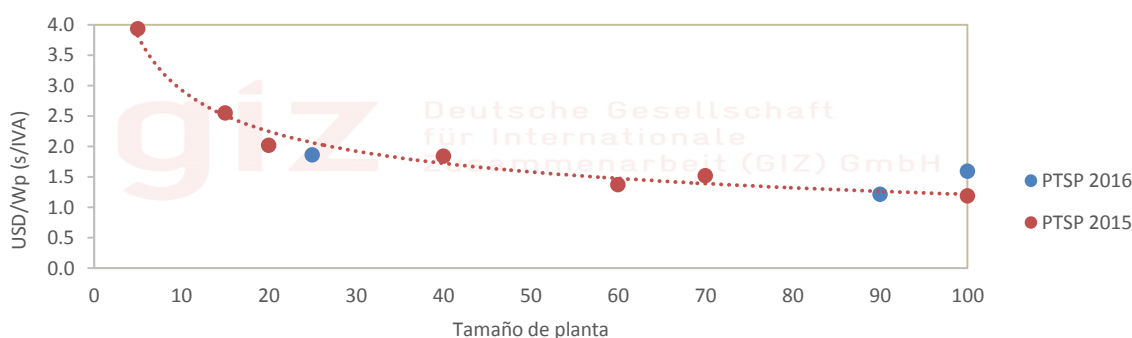


Ilustración 20. Comparación precios de PTSP 2015 y 2016

La siguiente tabla indica la cantidad de muestras (plantas FV) con las que se cuenta para ambos años:

Tabla 10. Número de muestras PTSP 2015 y 2016.

Año	5 kWp	15 kWp	20 kWp	25kWp	40 kWp	60 kWp	70 kWp	90 kWp	100 kWp
2015	1	1	1	-	1	1	1	-	4
2016	-	-	-	2	-	-	-	1	2

Al comparar los resultados obtenidos de los proyectos unitarios adjudicados en PTSP 2015 y 2016, se observa que para las dos plantas de 25 kWp analizadas el precio ofertado en el año

2016 es inferior al ofertado en el año 2015 (según la tendencia del 2015). En el caso de las plantas de 90 kWp analizada se observa que el precio ofertado en el año 2015 es similar al que refleja la línea de tendencia para esa potencia en el año 2016. Las plantas de 100 kWp tuvieron un aumento de un 34% del precio ofertado respecto del 2015.

Dada la baja cantidad de muestras obtenidas de las licitaciones públicas PTSP 2015 y 2016, no es posible analizar de forma certera una tendencia de precios.

4. Conclusiones

El objetivo del proyecto ha sido elaborar un indicador de precios de sistemas fotovoltaicos instalados, actualmente comercializados en el mercado chileno, considerando costos por el concepto de diseño de proyecto, equipamiento e instalación (llave en mano). Además, estos costos han sido comparados con el costo de sistemas FV de similares características comercializados en Alemania, y con el costo de sistemas FV adjudicados mediante el Programa Techos Solares Públicos (PTSP) del Ministerio de Energía. A continuación, se indican los principales hallazgos respecto a la caracterización de la muestra y respecto a los resultados de costos.

En relación a la caracterización de la muestra los principales alcances son:

- Del universo de 48 empresas que conformaron la línea base de la encuesta Índice de Precios sistemas FV 2016, 31 de ellas enviaron sus reportes, de las cuales 28 quedaron seleccionadas para ser analizadas. Según lo anterior, se alcanzó una muestra representativa para satisfacer un 90% de confianza.
- Las empresas encuestadas se localizan mayoritariamente en la Región Metropolitana (86% del total), sin embargo, existe una distribución homogénea de sucursales (desde la Región de Arica y Parinacota hasta la Región de los Ríos).
- En las regiones donde más se han ingresado declaraciones TE-4 ante la SEC, corresponden a: Región Metropolitana, del Maule y de Valparaíso, con un porcentaje de un 79% (22 empresas de las 28 encuestadas ingresaron declaración en Región Metropolitana), 32% (9 empresas de las 28 encuestadas ingresaron declaración TE-4 en Región del Maule) y 29% (8 empresas de las 28 encuestas ingresaron declaración TE-4 en Región de Valparaíso).
- Las respuestas obtenidas sobre los módulos fotovoltaicos utilizados por las empresas encuestadas cumplieron con las especificaciones técnicas solicitadas por GIZ. Respecto a las respuestas obtenidas sobre los inversores y estructura del soporte, prácticamente la totalidad de las empresas cumplieron con las especificaciones técnicas. En los casos puntuales donde no se obtuvo la respuesta esperada, la contraparte técnica de GIZ analizó los distintos escenarios de respuestas y determinó cuales eran válidas. Todas las empresas encuestadas cumplen con los años estipulados de vida útil de la instalación. Se observó que tres marcas de inversores predominan: SMA, Fronius y ABB, con un porcentaje de un 28%, 15% y 8% respectivamente. La marca de módulos FV que presenta una mayor presencia es Canadian Solar con un 12% del total.

En cuanto a los resultados de indicadores de costos de sistemas FV los principales resultados son:

- Al comparar el IP Chile nacional vs RM, se obtiene que a nivel nacional existe un mayor precio (que representa el valor de la mediana de la muestra) ofertado por Wp instalado, siendo un 2%, 3% y 7% para plantas de 1-5 kWp, 5-10 kWp y 10-30 kWp, respectivamente, en comparación con el precio ofertado en la Región Metropolitana. Y para plantas de 30-100 kWp se obtiene que el precio a nivel nacional es menor en un 4% en comparación con el obtenido en la RM.
- Al analizar la Ilustración 15, se observa que los precios por Wp instalado (que representan la mediana de la muestra) ofertados en Chile por Wp instalado varían de 2,56 USD/Wp a 1,76 USD/Wp, y los ofertados en Alemania varían de 1,77 USD/Wp a 1,34 USD/Wp. Al comparar ambos resultados, se observa que existe un mayor precio ofertado en Chile de un 44%, 41%, 32% y 31 % para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kW, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente, en comparación con los ofertados en Alemania para los mismos rangos.

- A su vez, se aprecia que los precios máximos y mínimos ofertados en Chile por Wp para cada rango de potencia se encuentran distanciados por un rango mayor que los ofertados en Alemania, existiendo una diferencia de precio de 3,47 USD/Wp, 3,15 USD/Wp, 2,86 USD/Wp y 2,66 USD/Wp en Chile versus que en Alemania es de 1,13 USD/Wp, 0,73 USD/Wp, 0,72 USD/Wp y 0,45 USD/Wp para los rangos 1-5 kWp, 5-10 kWp, 10-30 kWp y 30-100 kWp, respectivamente. Lo anterior pudiese estar relacionado con lo incipiente que es el mercado de sistemas fotovoltaicos en Chile versus el nivel de desarrollo en términos de volumen del mercado alemán.
- Considerando que la cantidad de muestras disponibles para analizar los costos del PTSP es baja, y por ende no representativa, aun así, se evidencia que los costos de adjudicación son inferiores al IP Chile 2016. En el rango 10-30 kWp, el costo de un sistema de 25 kWp adjudicado por el PTSP es superior al IP Alemania 2016 (mediana), e inferior al IP Chile 2016 (mediana), situación que se repite en el caso de plantas FV de 100 kWp. En el caso de la planta FV de 90 kWp del PTSP, el costo de adjudicación resultó ser inferior al IP Alemania 2016 (mediana).
- Lo anterior refleja que el mercado alemán ya está asentado, así los precios son inferiores en todo el espectro de proyectos analizados. En el caso del PSTP 2016 para plantas de 90 kWp, éste tendría un precio menor si se compara con la tendencia de los proyectos IP 2016 (AL), pero al corresponder al precio de un proyecto, no se podría afirmar estadísticamente si en esta categoría de potencia superaría o no los valores del mercado alemán.
- Al comparar los IP Chile 2015 vs 2016 no se presentan cambios significativos. Lo mismo ocurre al comparar el IP Alemania 2015 vs 2016. En el caso del PTSP se observan cambios de plantas FV de capacidades específicas: para las dos plantas de 25 kWp analizadas el precio ofertado en el año 2016 es inferior al ofertado en el año 2015 (según la tendencia del 2015). En el caso de la planta de 90 kWp analizada se obtiene que el precio ofertado en el año 2015 es similar al que refleja la línea de tendencia para esa potencia en el año 2016. Las plantas de 100 kWp tuvieron un aumento de un 34% del precio ofertado respecto del 2015.

